

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1864/82

(51) Int.Cl.⁵ : G01B 7/34

(22) Anmeldetag: 12. 5.1982

(42) Beginn der Patentdauer: 15.10.1991

(45) Ausgabetag: 25. 5.1992

(30) Priorität:

12. 5.1981 US 262866 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

DE-OS 2936689 EP-A1-0008010 US-PS 3922093
US-PS 3971956

(73) Patentinhaber:

EASTMAN KODAK COMPANY
14650 ROCHESTER (US).

(54) VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUR UNTERSUCHUNG DER POLIERTEN OBERFLÄCHE EINES GEGENSTANDES

AT 394 632 B

INV. 037801B

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Untersuchung der polierten Oberfläche eines Gegenstandes auf kleine Oberflächenfehler, bei dem der Gegenstand mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit längs einer Prüffläche transportiert und seine polierte Oberfläche wiederholt längs einer Abtastlinie senkrecht zur Transportrichtung mit einem enggebündelten Strahl elektromagnetischer Strahlung abgetastet wird und wobei die Anwesenheit und die Art von Oberflächenfehlern zumindest aus der von der Oberfläche reflektierten Streustrahlung bestimmt wird, wobei ein erstes Kanal-Ausgangssignal erzeugt wird, das für die von der Oberfläche reflektierte Streustrahlung repräsentativ ist.

Weiters betrifft die Erfindung eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens, bestehend aus einer Prüffläche, einer Transporteinrichtung zum Transport von Gegenständen mit vorbestimmter Geschwindigkeit über die Prüffläche, einer Abtasteinrichtung zum wiederholten Abtasten einer quer zur Transportrichtung über die Prüffläche verlaufenden Abtastlinie mit einem enggebündelten Strahl elektromagnetischer Strahlung, einer ersten Kanaleinrichtung mit einem Detektor, der zum Erfassen von auf der polierten Oberfläche des Gegenstandes vorhandenen Oberflächenfehlern reflektierter elektromagnetischer Streustrahlung sowie zur Abgabe eines der Streustrahlung entsprechenden ersten Kanal-Ausgangssignales ausgebildet ist.

Bei der Herstellung von Halbleitern werden Siliziumplatten als Substrat für elektronische Festkörperbauteile, wie Transistoren und integrierte Schaltkreise, verwendet.

Das Auftreten verschiedener Oberflächenfehler, wie Staub, Schmutz, kristalline Fehlstellen, Kratzer, Dunst und Vertiefungen, im Mikrometerbereich sind dem Herstellungsvorgang solcher Bauteile äußerst nachteilig und beeinflussen die Ausbeute an einzelnen Bauteilen in negativer Weise.

Derzeit werden von den meisten Herstellern manuelle, optische Prüfverfahren zur Kontrolle von Siliziumplatten und integrierten Schaltungen angewandt. Bei einem manuellen Verfahren wird die Plattenoberfläche mit einer intensiven Lichtquelle bestrahlt. Eine Inspektionssperson stellt die Siliziumplatte in einem geeigneten Winkel zum Lichtstrahl ein und beobachtet die Plattenoberfläche mehrere Sekunden lang, um die Oberflächengüte der Platte zu bestimmen. Obwohl dieses Verfahren zum Feststellen von Staub- und Schmutzpartikeln sowie von Kratzern bis in die Größenordnung von 5 μm ausreicht, so werden Oberflächenfehler von geringerer Größe nicht erfaßt.

In einem Artikel mit dem Titel "Laser-Abtastverfahren zur Beurteilung der Oberfläche von elektronischen Materialien" von D. R. Oswald und D. F. Monroe, veröffentlicht im Journal of Electronic Materials, Bd. 3, Nr. 1, 1974, S 225 bis 241 findet sich die Beschreibung eines Verfahrens unter Verwendung eines Laserstrahles zur Oberflächenabtastung von Siliziumplatten. Dabei wird ein Strahl elektromagnetischer Strahlung eines Lasers von 3 mW zunächst von seinem ursprünglichen Durchmesser auf einen größeren Durchmesser gespreizt und sodann auf einen Schwing Spiegel gelenkt, der den Strahl unter 90° in eine Linse leitet. Die Drehachse des Spiegels liegt in der vorderen Brennebene der Linse und schneidet ihre optische Achse. Die zu untersuchende Plattenoberfläche wird auf der anderen Seite der Linse im Brennpunkt angeordnet. Der fokussierte Strahl fällt senkrecht auf die Plattenoberfläche auf und wird in einer Linie über dieselbe abgelenkt, wobei sich die Platte quer zur Abtastrichtung des Strahles bzw. dieser Linie vorwärtsbewegt.

Falls kein Fehler vorhanden ist, wird alles Licht senkrecht von der Oberfläche entlang der Einfallstrahlrichtung reflektiert. Wenn jedoch das einfallende Licht auf einen Fehler trifft, so wird es an der Fehlstelle gestreut, sodaß der den reflektierten Strahl unmittelbar umgebende räumliche Bereich die Streustrahlenergie enthält. Im Strahlengang zwischen dem Lasergenerator und dem Schwing Spiegel ist eine Spiegelblende angeordnet, welche den Durchtritt des Strahles vom Generator zum Schwing Spiegel ermöglicht, die reflektierte Streustrahlung aber reflektiert.

Die von der Spiegelblende reflektierte Streustrahlung wird von einer Linse auf einen Detektor fokussiert. Die Änderungen der auf den Detektor auftreffenden Streustrahlung werden zur Anzeige von Oberflächenfehlern der Siliziumplatte herangezogen.

Zur Darstellung der Lage bzw. zur Aufsummierung des Auftretens von Fehlern ist ein Speicheroszillograph und ein Zähler vorgesehen.

Diese bekannte Einrichtung ist zum Erfassen und Zählen von Fehlern zufriedenstellend, deren Durchmesser größer als 8 μm ist und in einigen Fällen sogar bloß 1 μm beträgt, vorausgesetzt, daß optimale Bedingungen hinsichtlich der Streustrahlung herrschen.

Trotz Anstrengungen zur Entwicklung automatischer Prüfverfahren, die zu Prototypen und Laboreinrichtungen mit begrenztem Erfolg geführt haben, hat die Industrie derartige Einrichtungen noch nicht als Ersatz für die manuellen Untersuchungsverfahren akzeptiert. Die Grundbedürfnisse der Halbleiter-Hersteller liegen nämlich in einem vollständigen Prüfgerät, das winzige Fehler (1 μm und größer) von Siliziumplatten erfaßt, dabei aber auch eine Klassifikation und eine automatische Unterscheidung solcher Fehler ermöglicht sowie die untersuchten Platten als in Ordnung oder je nach den vom Hersteller oder Kunden geforderten Toleranzen als Ausschuß befindet.

Die für die Industrie interessanten Arten von Fehlern sind von der American National Standard Institute, Inc. ASTM F 154-76 festgelegt und wie folgt klassifiziert: Kratzer, Grübchen, eingebettete abrasive Körner, Dunst, Verschmutzungen, Randchips, Risse, Gänse- bzw. Krähenfüße, Krater, Narben, Rillen, Raupen, Orangenhaut, Sägemarken und Streifen.

Das Verfahren zur Herstellung von Siliziumplatten umfaßt die Schritte des Absägens einer Scheibe vom

gezogenen Block, Polierens, Reinigen und Weiterverarbeiten der Scheibe. Während dieser Vorgänge können einer oder mehrere der vorerwähnten Fehler entstehen. In manchen Fällen, z. B. wenn nur Staub auftritt, ist es nicht notwendig, die gesamte Scheibe auszuscheiden, sondern bloß erforderlich, die Reinigung zu wiederholen. Andererseits kann die Scheibe in Ordnung gebracht werden, wenn z. B. die Fehler Grübchen, Dunstschleier oder Kratzer sind, indem das Polieren und Reinigen wiederholt wird. Größere Fehler, wie Sägemarken oder andere starke Abweichungen, führen meist zum Ausschuß der betreffenden Scheibe.

In der EP-A1-0 008 010 ist ein Verfahren zur Erfassung von Oberflächenfehlern beschrieben, bei dem die Oberfläche mehrmals mit einem enggebündelten Strahl elektromagnetischer Strahlung abgetastet und das Auftreten von Oberflächenfehlern durch Auswertung der gespiegelten Strahlung und der reflektierten Streustrahlung bestimmt wird. Dabei wird ein erstes Kanal-Ausgangssignal, das für die durch Oberflächenfehler hervorgerufene reflektierte Streustrahlung kennzeichnend ist, und ein zweites Kanal-Ausgangssignal erzeugt, das für die durch Oberflächenfehler hervorgerufenen Änderungen der gespiegelten Strahlung kennzeichnend ist. Der enggebündelte Strahl wird mehrmals über einen vorbestimmten Abschnitt eines Rohres geführt, während das Rohr gleichzeitig vorgeschoben und in Drehung versetzt wird, sodaß die gesamte Rohroberfläche längs einer Schraubenlinie abgetastet wird. Die Ausgangssignale der beiden Kanäle werden verstärkt und aus ihrer Analogform in Digitalform umgesetzt, wobei jedes Abtastsignal, das einer Längsabtastung mittels des Strahles entspricht, in eine große Anzahl diskreter Werte unterteilt wird, von denen jeder einer vorbestimmten Stelle der Abtastung darstellt. Für jede Abtaststelle wird durch Mittelwertbildung der derselben Stelle zugeordneten diskreten Werte aus einer vorbestimmten Anzahl vorhergehend abgeleiteter Abtastsignale ein dynamischer Mittelwert berechnet. Jedes Mal, wenn eine neue Abtastlinie abgetastet und in diskrete Werte unterteilt wird, wird jeder dieser Werte mit dem entsprechenden dynamischen Mittelwert verglichen und ein Signal gebildet, das für die Oberflächenbeschaffenheit kennzeichnend ist.

Obwohl dieses Verfahren auf dem Gebiet für die Nukleartechnik bestimmter Dampf- und Treibstoffrohre zufriedenstellend anwendbar ist, ist es für die Untersuchung von Siliziumplatten auf kleinste Oberflächenfehler in der Größenordnung von $1\text{ }\mu\text{m}$ nicht ausreichend genau. Ein Grund für diesen Mangel an Genauigkeit liegt darin, daß die gespeicherten und zur Berechnung des dynamischen Mittelwertes herangezogenen Abtastsignale nicht mit den jeweiligen Stellen auf der Rohroberfläche in besonderer Weise in Korrelation gebracht werden.

Ziel der Erfindung ist die Beseitigung des angeführten Mangels und die Schaffung eines Untersuchungsverfahrens sowie einer Prüfeinrichtung zum Erfassen kleinster Oberflächenfehler in der erwähnten Größenordnung und ferner zur Klassifikation der erfaßten Fehler nach ihrer Art.

Ein weiteres Ziel der Erfindung liegt in der Schaffung einer automatischen Prüfeinrichtung zum Erfassen verschiedenartiger Oberflächenfehler eines Gegenstandes und zur Beurteilung der Oberfläche in Abhängigkeit von der Anzahl und der Art der erfaßten Fehler.

Ein anderes Ziel der Erfindung ist die Schaffung eines Untersuchungsverfahrens sowie einer Einrichtung zur Erfassung von Oberflächenfehlern in der Größenordnung von $1\text{ }\mu\text{m}$ und zur Bestimmung, ob der untersuchte Gegenstand in Ordnung ist, neuerlich gereinigt oder poliert werden muß oder auszuscheiden ist.

Diese Ziele werden einerseits mit einem Verfahren der eingangs angegebenen Art dadurch erreicht, daß erfindungsgemäß ein zweites Kanal-Ausgangssignal erzeugt wird, das einer von Oberflächenfehlern hervorgerufenen Verminderung der gespiegelten Strahlung entspricht, daß das zweite Kanal-Ausgangssignal mit einem ersten vorbestimmten Schwellenwert verglichen und ein Signal mit vorbestimmtem Pegel in einem entsprechenden ersten Schwellenwert-Kategoriekanal jeweils dann erzeugt wird, wenn das zweite Kanal-Ausgangssignal den ersten vorbestimmten Schwellenwert kreuzt, daß innerhalb eines vorbestimmten Frequenzbereiches liegende Frequenzkomponenten aufweisende Anteile des zweiten Kanal-Ausgangssignales mit einem Bandpass-Schwellenwert verglichen werden und ein Signal mit vorbestimmtem Pegel in einem entsprechenden zweiten Schwellenwert-Kategoriekanal bei jedem Durchgang der Anteile des zweiten Kanal-Ausgangssignales durch den Bandpass-Schwellenwert erzeugt wird, daß das erste Kanal-Ausgangssignal mit mehreren vorbestimmten Schwellenwerten verglichen und jeweils ein entsprechendes Signal mit vorbestimmtem Pegel in einem entsprechenden Schwellenwert-Kategoriekanal bei jedem Durchgang des ersten Kanal-Ausgangssignales durch den entsprechenden Schwellenwert erzeugt wird, daß die Schwellenwert-Kategoriekanäle während jeder Abtastung und während mehrerer aufeinanderfolgender Abtastungen mehrmals abgetastet und hievon mehrere Abtast-Flächeneinheiten auf der Oberfläche des untersuchten Gegenstandes abgeleitet werden, daß die in den abgetasteten Schwellenwert-Kategoriekanälen auftretenden Ausgangssignale in den betreffenden Schwellenwert-Kategoriekanälen, in denen die Ausgangssignale auftreten, in zugeordnete Digitalwerte umgesetzt werden, daß ein laufender Digitalwert mit dem zu einem gleichen Zeitpunkt innerhalb einer entsprechenden Abtast-Flächeneinheit gespeicherten Digitalwert verglichen und der größere der verglichenen Digitalwerte als die Abtast-Flächeneinheit kennzeichnender Wert gespeichert wird, daß die auftretenden gleich bezeichneten Abtast-Flächeneinheiten summiert werden und die Oberflächengüte des Gegenstandes entsprechend voreingestellter Summierwerte bestimmt wird.

Andererseits werden diese Ziele mit einer Einrichtung der eingangs dargelegten Art erfindungsgemäß erreicht durch eine zweite Kanaleinrichtung mit einem Detektor, der zur Erfassung der von der polierten Oberfläche des Gegenstandes reflektierten elektromagnetischen Streustrahlung sowie zur Abgabe eines der von Oberflächenfehlern der polierten Oberfläche hervorgerufenen Verminderung der gespiegelten Strahlung entsprechenden zweiten

Kanal-Ausgangssignales ausgebildet ist, einen ersten Komparator, der an die zweite Kanaleinrichtung angeschlossen und zum Vergleichen des zweiten Kanal-Ausgangssignales mit einem ersten vorbestimmten Schwellenwert sowie zur Abgabe eines Ausgangssignales mit vorbestimmtem Pegel in einem entsprechenden ersten Schwellenwert-Kategoriekanal bei jedem Durchgang des zweiten Kanal-Ausgangssignales durch den ersten vorbestimmten Schwellenwert ausgebildet ist, einen zweiten Komparator, der an die zweite Kanaleinrichtung angeschlossen und zum Vergleichen derjenigen durchgelassenen Anteile des zweiten Kanal-Ausgangssignales, die innerhalb eines vorbestimmten Frequenzbereiches liegende Frequenzkomponenten aufweisen, mit einem Bandpass-Schwellenwert sowie zur Abgabe eines Ausgangssignales mit vorbestimmtem Pegel in einem entsprechenden zweiten Schwellenwert-Kategoriekanal bei jedem Durchgang der durchgelassenen Anteile des zweiten Kanal-Ausgangssignales durch den Bandpass-Schwellenwert ausgebildet ist, einen dritten Komparator, der an die erste Kanaleinrichtung angeschlossen und zum Vergleichen des ersten Kanal-Ausgangssignales mit mehreren vorbestimmten Schwellenwerten sowie zur Abgabe eines entsprechenden Ausgangssignales mit vorbestimmtem Pegel in einem entsprechenden Schwellenwert-Kategoriekanal bei jedem Durchgang des ersten Kanal-Ausgangssignales durch einen entsprechenden Schwellenwert ausgebildet ist, eine zeitgesteuerte Abtasteinrichtung, die zur mehrmaligen Abtastung der Schwellenwert-Kategoriekanäle während jeder Abtastung und während mehrerer aufeinanderfolgender Abtastungen sowie zur Bestimmung mehrerer Abtast-Flächeneinheiten ausgebildet ist, einen Wandler zur Umsetzung des Auftretens der Ausgangssignale der abgetasteten Schwellenwert-Kategoriekanäle in Digitalwerte entsprechend den jeweiligen Schwellenwert-Kategoriekanälen, in denen die Ausgangssignale auftreten, einen Speicher zum Speichern dieser Digitalwerte, einen vierten Komparator zum Vergleichen eines laufenden Digitalwertes mit dem im Speicher zu einem gleichen Zeitpunkt innerhalb einer entsprechenden Abtast-Flächeneinheit gespeicherten Digitalwert und zur Abgabe des größeren der verglichenen Digitalwerte sowie zum Speichern desselben als die entsprechende Abtast-Flächeneinheit kennzeichnenden Wert, und eine Summier- und Bestimmungseinrichtung zum Summieren des Auftretens gleich gekennzeichneten Abtast-Flächeneinheiten sowie zur Bestimmung der Oberflächengüte des Gegenstandes entsprechend voreingestellter Summenwerte.

Wie nachstehend erläutert, kann die Einrichtung in eine Anlage eingebaut sein, die ein automatisches Transportsystem, einen optischen Untersuchungsplatz und eine Signalverarbeitungseinheit mit elektronischen Schaltkreisen zur Analyse der Untersuchungsergebnisse und zur Steuerung des Sortierens der einzelnen Siliziumplatten aufweist.

Das durch die Anlage führende Transportsystem liefert die einzelnen Siliziumplatten von Lagerkassetten zum Untersuchungsplatz und von diesem je nach Untersuchungsergebnis zu einzelnen "Qualitätskassetten". Das Transportsystem besitzt Zufuhrfördermodule zum automatischen Entladen der Platten, ein Transportband zum Transport der Platten über den Untersuchungsplatz und Abfuhrfördermodule zum automatischen Sortieren und Einbringen der Platten in die jeweiligen "Qualitätskassetten", die mit "in Ordnung", "Reinigen", "Polieren" und "Ausschuß" bezeichnet sind.

Der optische Untersuchungsplatz besitzt einen Helium-Neon-Laser von niedriger Leistung, der auf eine Ebene fokussiert ist, die mit der Oberfläche der transportierten Siliziumplatten übereinstimmt. Der Laserstrahl wird wiederholt entlang einer quer zur Transportrichtung der Platten verlaufenden Linie abgelenkt, um eine 100%ige Untersuchung zu gewährleisten. Die Reflexionen von der Platte werden von einem Faseroptik-Doppelpfänger erfaßt, wobei die Empfänger im Abstand angeordnet sind, um jeweils die reflektierte Spiegelstrahlung bzw. Streustrahlung zu erfassen. Der Empfänger für die Spiegelstrahlung weist eine enge Schlitzblende auf, sodaß jede Abweichung der Parallelität der Oberfläche eine Ablenkung des gespiegelten Strahles bezüglich des Schlitzes und eine Abnahme des Ausmaßes der an den Empfänger gelangenden Energie bewirkt. Der Streustrahlungsempfänger ist annähernd senkrecht zur Plattenoberfläche angeordnet und empfängt einen Teil desjenigen Lichtes, das von Partikeln auf der oder Fehlern der Oberfläche gestreut wird.

Das von den Faseroptikempfängern empfangene Licht wird durch dichroitische Filter geleitet, um Licht der Umgebung von anderer als der Laserwellenlänge auszuschalten. Das Licht wird sodann einem Paar Photovervielfacherröhren zugeleitet, deren elektrische Ausgangssignale der elektrischen Signalverarbeitungseinheit zugeführt werden.

Die Signalverarbeitungseinheit weist Analogschaltungen zum Empfang der elektrischen Ausgangssignale der Photovervielfacherröhren sowie zur Schaffung von sieben Kanälen von Echtzeitinformationen in Form von Siebenbitadressen auf. Die Informationen in den sieben Kanälen werden durch Vergleich der elektrischen Ausgangssignale mit verschiedenen Schwellenwerten abgeleitet, wenn es sich um Streustrahlung handelt; im Falle der Spiegelstrahlung erfolgt dies durch Ausfiltern verschiedener Frequenzkomponenten und Vergleich dieser Komponenten mit vorbestimmten Schwellenwerten.

Drei dieser sieben Kanäle enthalten Informationen, die aus dem Ausgangssignal der Streustrahlungs-Photovervielfacherröhre durch Vergleich mit drei verschiedenen Schwellenwerten erhalten werden. Die restlichen vier Kanäle enthalten Informationen, die aus dem Ausgangssignal der Spiegelstrahlungs-Photo-Vervielfacherröhre durch Ausfiltern einzelner Frequenzkomponenten und Vergleich derselben mit verschiedenen Schwellenwerten im Falle dreier Kanäle bzw. Vergleich des Ausgangssignales mit dem Schwellenwert im Fall des vierten Kanales erhalten werden.

Die Siebenbitadresse wird einem Logiknetzwerk zugeführt, das zur Erstellung eines digitalen Oberflächen-

schaubildes der untersuchten Platte ausgebildet ist. Die abgetastete Platte wird in eine große Anzahl kleiner Flächeneinheiten unterteilt, der jeweils eine Binärcodierung zugeordnet wird, die den auf der Flächeneinheit festgestellten schwerwiegendsten Fehler kennzeichnet. Diejenigen Flächeneinheiten, auf denen kein Fehler festgestellt wird, werden z. B. durch eine Codierung mit lauter Nullen gekennzeichnet.

Die Lage- und die Fehlercodierung für jede Flächeneinheit wird vorübergehend in einem Speicher gespeichert, in dem sie als für die Qualität und Sortierung der Platte wesentliche Information zugänglich ist.

Je nach Vorschrift des Anwenders wird ein Algorithmus zur Beurteilung der untersuchten Platte verwendet, der zum Vergleich der aufsummierten Anzahl der gespeicherten Fehlercodierungen gemäß einem Prioritätenprogramm dient. Die Anzahl der Codierungen der schwerwiegendsten Fehler werden mit der Anzahl der ordnungsgemäßen Platten verglichen und der Gesamtheit der Codierungen der leichteren Fehler hinzuaddiert, wenn diese Anzahl innerhalb der Anzahl der ordnungsgemäßen Platten liegt. Sodann wird die Anzahl der Codierungen der weniger schweren Fehler mit der Anzahl der ordnungsgemäßen Platten für diese Fehlercodierung verglichen und der Gesamtheit der Anzahl der kleineren Fehler hinzuaddiert, wenn diese Anzahl innerhalb der Anzahl der ordnungsgemäßen Platten liegt. Diese Vorgangsweise wird fortgesetzt, bis eine der ordnungsgemäßen Anzahlen überschritten wird oder alle Fehlercodierungen genau überprüft sind und keine der ordnungsgemäßen Anzahlen überschritten worden sind. Im ersten Fall wird die Platte als Ausschuß beurteilt oder zum neuerlichen Polieren oder Reinigen eingereiht, und im zweiten Fall wird die Platte als ordnungsgemäß klassifiziert.

Neben dem Zuteilen der Platten zu den entsprechenden "Qualitätskassetten" ist die Einrichtung zur optischen Anzeige des Auftretens von Fehlern auf der jeweils untersuchten Platte sowie zum Ausdrucken eines Schaubildes jeder Platte ausgebildet, um Diagnoseinformationen ausarbeiten zu können, mit denen die Ursachen der Fehler im Laufe der Herstellung bzw. vor der Untersuchung beseitigt werden können.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert, das in der Zeichnung schematisch dargestellt ist; es zeigen Fig. 1 eine schaubildliche Ansicht der erfindungsgemäßen Einrichtung, Fig. 2 ein Blockschaltbild der gesamten Einrichtung, Fig. 3A ein Blockschaltbild der "Dunkelkanal"-Analogschaltung, Fig. 3B ein Blockschaltbild der "Hellkanal"-Analogschaltung, Fig. 4 eine Ansicht der Abtastmatrix der Einrichtung, Fig. 5 ein Blockschaltbild eines Randfolger-Algorithmus, der bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen ist, Fig. 6 ein Blockschaltbild eines Algorithmus zur Fehleridentifikation, der bei dem erfindungsgemäßen Verfahren angewendet wird, und Fig. 7A und 7B zusammen ein Blockdiagramm des erfindungsgemäß angewandten Klassifizierungsalgorithmus.

Das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Untersuchungseinrichtung (10) weist einen Tisch (12) auf, auf dem ein Transportsystem (14) und ein optischer Untersuchungsplatz (16) montiert sind.

Die zu untersuchenden Siliziumplatten (W_s) sind in einer herkömmlichen Zulieferkassette (18) gelagert, die bis zu 25 einzelne Platten (W_s) enthält. Die Kassette (18) wird auf einen Vertikalförderer (20) gesetzt, der handelsüblich ist und einen industriellen Gegenstand darstellt. Der Vertikalförderer (20) schiebt die Kassette (18) in Vertikalrichtung schrittweise vor, wobei die Platten (W_s) aufeinanderfolgend auf einen Transportweg (21) gelangen. Auf dem Transportweg (21) werden die Platten (21) mit konstanter Geschwindigkeit von etwa 3,6 cm/s zum optischen Untersuchungsplatz (16) transportiert. Die Platten (21) treten in den Untersuchungsplatz (16) durch eine Öffnung (34) in einem den Platz (16) umgebenden Gehäuse (32) ein. Die darin untersuchte Platte ist mit dem Bezugszeichen (W_i) bezeichnet.

Innerhalb des Gehäuses (32) ist eine optische Abtastanlage angeordnet, die einen Strahl (B) aussendet, der auf einen Punkt von etwa 50 bis 75 μ m Durchmesser auf einer der Oberseite der Platte (W_i) entsprechenden Prüffläche fokussiert. Der Strahl (B) wird wiederholt entlang einer Linie auf der Prüffläche abgelenkt, deren Richtung quer zur Transportrichtung der Platte (W_i) verläuft.

Der Strahl (B) wird von einem Niederleistungs-Helium-Neon-Lasergenerator (70) abgegeben, von zwei Spiegeln (68), (66) umgelenkt und mittels Linsen (64), (62) fokussiert. Sodann wird der Strahl (B) auf einen drehbaren Prismenspiegel (60) mit 18 Flächen gerichtet, der sich mit etwa 3600 U/min dreht.

Bevor der Strahl (B) die Prüffläche erreicht, fällt er auf einen Abtast-Startdetektor (72), der ein Abtast-Startsignal abgibt, das bei der Auswertung der während der Untersuchung der Platte (W_i) auftretenden Informationen verwendet wird. Zum Empfang des von der Oberseite der Platte (W_i) reflektierten Lichtes des Abtaststrahles sind zwei getrennte Faseroptikempfänger (52) und (56) vorgesehen, von denen der eine (52) über der untersuchten Fläche derart angeordnet ist, daß er das auf dem Strahlengang (R) gespiegelte Licht empfängt. Der Empfänger (52) enthält eine enge Schlitzzmaske, sodaß jede Änderung der Parallelität der Platte (W_i), die eine Ablenkung des reflektierten Strahles (R) quer zum Schlitz bewirkt, erfaßt wird. Das in den Empfänger (52) einfallende Licht wird durch ein dichroitisches Filter (55) geleitet, um Fremdlicht mit anderer als der Laser-Wellenlänge (632 nm) auszuschalten, und sodann von einer Photovervielfacherröhre (54) erfaßt. Da normalerweise Licht mit variierender Intensität immer im gespiegelten Strahl vorhanden ist, sind der Empfänger (52) und der Photovervielfacher (54) im folgenden als "Hellkanaldetektor" bezeichnet.

Ein Streustrahlungsempfänger (56) dient zum Empfang eines Teiles des Lichtes auf dem Strahlengang (S),

das infolge von Partikeln oder Oberflächenfehler diffus gesteuert wird. Der Empfänger (56) enthält einen Lichtsammler (59) sowie ein dichroitische Filter (57), das gleich dem Filter (55) ist. Das durch das dichroitische Filter (57) hindurchtretende Streulicht wird von einer Photovervielfacherröhre (58) erfaßt. Der Empfänger (56) und die Photovervielfacherröhre (58) sind im folgenden als "Dunkelkanaldetektor" bezeichnet.

Die elektrischen Ausgangssignale der Photovervielfacherröhren (54) und (58) werden einer Schwellenwertbildung unterworfen und zwecks Erfassung von Oberflächenfehlern nach Amplitude und Frequenz analysiert. Die Schaltung zur Analyse und Untersuchung der Informationen wird nachstehend im einzelnen erläutert.

Die Untersuchungsergebnisse der Analyse stellen Sortierungsanweisungen für das Transportsystem (14) dar, mit dem die untersuchte Platte (W_i) in eine von mehreren Kassetten (22), (24), (26) oder (28) geleitet wird.

In der Kassette (22) sind die Platten (W_p) gelagert, die eines Nachpolierens bedürfen; sie befindet sich auf einem Senkrechtförderer (23) und wird schrittweise aufwärtsbewegt, um die jeweils nächste als gleichartig klassifizierte Platte (W_p) aufzunehmen.

In der Kassette (24) befinden sich Platten (W_c), die als reinigungsbedürftig eingestuft worden sind. Auch diese Kassette (24) ist auf einem Senkrechtförderer (25) angeordnet und wird schrittweise aufwärtsbewegt, um die nächste als gleichartig klassifizierte Platte (W_c) aufzunehmen.

Die Kassette (26) nimmt Platten (W_r) auf, die als Ausschuß klassifiziert worden sind. Die Kassette (26) ist ebenfalls auf einem Senkrechtförderer (27) angeordnet und wird schrittweise aufwärtsbewegt, um die nächste Ausschußplatte (W_r) aufzunehmen.

Die Kassette (28) dient schließlich zur Aufnahme ordnungsgemäßer Platten (W_a); sie sitzt auf einem Senkrechtförderer (29) und wird schrittweise hochgehoben, um die jeweils nächste Platte (W_a) aufzunehmen, die als in Ordnung befunden worden ist.

Der elektrische Teil der Einrichtung ist in Form eines Blockschaltbildes in Fig. 2 gezeigt und besteht aus Transport-, Oberflächenabtastr-, Elektronik- und Steuereinrichtungen.

Die Oberflächenabtasteinrichtung stimmt mit der in Fig. 1 gezeigten Einrichtung im Wesen überein, mit der die zu untersuchende Platte (W_i) in Transportrichtung (T) vorwärtstransportiert und reflektiertes Licht entlang des Strahlenganges (R) zur "Hellkanal"-Photovervielfacherröhre (54) geleitet wird. Jeder auf der Platte (W_i) vorhandene Oberflächenfehler, der eine Streuung des Abtaststrahles auf den Strahlengang (S) bewirkt, wird von der "Dunkelkanal"-Photovervielfacherröhre (58) erfaßt. Der Abtast-Startdetektor (72) gibt einen Abtast-Startimpuls ab, bevor die Abtastung der Platte (W_i) beginnt. Die "Hellkanal"- und "Dunkelkanal"-Ausgangssignale über die Leitung (L) bzw. (D) werden einer Analogschaltung (100) der Elektronikeinrichtung zugeführt.

In der Elektronikeinrichtung sind 7 Kanäle für Echtzeitinformationen in Form von Siebenbitadressen über Schwellenwert-Kategoriekanalleitungen (T_1 bis T_7) vorgesehen. Die Oberflächenfehlerinformationen in den Siebenbitadresskanälen werden im Falle von "Dunkelkanalsignalen" durch Vergleich der elektrischen Ausgangssignale der "Hell- und Dunkelkanäle" mit verschiedenen Schwellenwerten und im Falle von "Hellkanalsignalen" durch Ausfiltern verschiedener Frequenzkomponenten sowie durch Vergleich dieser Komponenten mit vorbestimmten Schwellenwerten abgeleitet.

Die Siebenbitadresse wird einem digitalen Fehleridentifikations- und -verarbeitungsnetzwerk (200) zugeleitet, in der sie zur Bildung einer digitalen Matrix bzw. eines digitalen Schaubildes der Plattenoberfläche verarbeitet wird. Bei der Ausarbeitung dieses Schaubildes wird die abgetastete Platte in eine große Anzahl winziger Flächeneinheiten unterteilt, von denen jeder eine Binärcodierung zur Darstellung der schwerwiegendsten Art der Oberflächenfehler zugeordnet ist, die auf der betreffenden Flächeneinheit auftritt. Ein Videomonitor (400) und ein Schaubild drucker (402) können zur optischen Anzeige des Auftretens von Oberflächenfehlern auf der untersuchten Platte und zur Schaffung der Anzeigeeinformationen vorgesehen sein. Das digitale Netzwerk (200) dient auch zur Klassifikation und Zählung der Oberflächenfehlerarten. Ferner schafft es eine Qualitätsabstufung der jeweils untersuchten Platte je nach vorbestimmten Regeln oder Normen, die über eine Tastatur (408) eingegeben werden, die über eine periphere Schnittstelle (302), einen Hilfscomputer (300) und eine Schnittstelle (301) angeschlossen ist. Die Qualitätsinformation am Ausgang des Netzwerkes (200) wird über die Schnittstelle (301) dem Hilfscomputer (300) zugeleitet, der entsprechende Anweisungen an die Transporteinrichtung abgibt, um die Platte der jeweiligen Kassette zuzuleiten und diese mittels des zugeordneten Senkrechtförderers mit Hilfe der peripheren Schnittstelle (302) um einen Schritt in ihre nächste Lage zu bringen.

Die Lage der Platte wird von Lagefühlern verfolgt, die entlang des Transportweges angeordnet sind.

Ferner sind ein Drucker (404) und eine Zeichenanzeige (406) vorgesehen, um die untersuchten Platten je nach Sortierung, Qualität und Anzahl der Art der Oberflächenfehler aufzulisten.

Eine "Dunkelkanal"-Analogschaltung (100_p) ist dazu bestimmt, die Lichtänderungen zu verarbeiten, die dann auftreten, wenn Oberflächenunregelmäßigkeiten einen Anstieg der Streustrahlung bewirken. Ihr Blockschaltbild ist in Fig. 3A dargestellt.

Zur Verarbeitung in diesem Kanal werden Signalaufbereitungsverstärker, u. zw. ein Vorverstärker (102), ein Impedanz-Anpassungsverstärker (104) sowie Verstärker (113) und (114) verwendet. Schwellenwert-Vergleichsschaltungen (116), (118) und (120) vergleichen das verstärkte Ausgangssignal des "Dunkelkanaldetektors" mit Schwellenwerten, die jeweils einen Rauschabstand von annähernd 1 : 1, 4 : 1 bzw. 20 : 1 aufweisen und von Digital-Analog-Wandlern (115), (117) und (119) stammen.

Die Bezugsspannungen für die Schwellenwerte werden von einem Mikroprozessor abgegeben, in dem die einzelnen digitalen Schwellenwerte (DT_1 bis DT_3) gespeichert und von dem sie an die analogen Komparatoren über die oben erwähnten Digital-Analog-Wandler (115), (117) und (119) abgegeben werden. Die Ausgangssignale der Schwellenwert-Kategoriekanäle sind mit (T_1 bis T_3) bezeichnet.

Zur Sicherung einer Langzeitstabilität der Signalpegel durch Kompensation der Verminderung der Intensität des Laserstrahles, der Photovervielfacherröhren und/oder -schaltkreise ist ein Verstärkungsregelkreis für die Photovervielfacher vorgesehen. Das Ausgangssignal der Photovervielfacherröhre (58) wird abgetastet, wenn der Laserstrahl nicht auf die Plattenoberfläche gerichtet ist, und entspricht dem Bezugsrauschen am Komparatoreingang. Vom Mikroprozessor wird ein Analogschalter (105) gesteuert, der einen Rauschpegel abtastet, der dann verstärkt und mittels eines Filters (106) gleichgerichtet wird, um eine der Rauschamplitude entsprechende Gleichspannung zu schaffen. Mit einem Analog-Digital-Wandler werden vier Abtastwerte gebildet und an den Mikroprozessor abgegeben, in dem ein Mittelwert gebildet wird. Dieser Mittelwert wird dann selbst mit vier vorausgehenden Mittelwerten einer Mittelwertbildung unterworfen, um einen neuen digital codierten Wert zu bilden, der den Verstärkungsgrad darstellt. Dieser Wert wird über einen Digital-Analog-Wandler (110) in eine Analogspannung umgesetzt, die an die Speisung (112) der Photovervielfacherröhren abgegeben wird, mit welcher die Hochspannung (und die Verstärkung der Röhre (58)) zur Aufrechterhaltung einer konstanten Amplitude des Hintergrundrauschens eingestellt wird.

In Fig. 3B ist eine "Hellkanal"-Analogschaltung (100_L) gezeigt, die zur Verarbeitung der Lichtschwankungen bestimmt ist, welche von Ungenauigkeiten der Oberfläche der untersuchten Platte (W_1) hervorgerufen werden, wodurch ein Abfall (eine Änderung) des reflektierten Lichtes bewirkt wird. Die Verarbeitung in der Analogschaltung (100_L) gemäß Fig. 3B für den "Hellkanal" erfolgt in ähnlicher Weise wie in der Analogschaltung (100_D) nach Fig. 3A, wobei die Photovervielfacherröhre (54) ein Ausgangssignal an einen Vorverstärker (142) abgibt. Das Ausgangssignal dieses Vorverstärkers (142) wird einem Impedanz-Anpassungsverstärker (144) zugeleitet, dessen Ausgangssignal einem Verstärker (154) eingespeist wird.

Die automatische Verstärkungsregelung der Stärke des Ausgangssignales der Photovervielfacherröhre wird mit einer Ausnahme in der Weise durchgeführt, wie sie in Zusammenhang mit der "Dunkelkanal"-Analogschaltung (100_D) beschrieben ist; die Regelung der Signalstärke wird im Gegensatz zur Rauschpegelregelung des "Dunkelkanals" durch Abtasten der Lichtstärke bestimmt, wenn der Laserstrahl auf die Platte auftrifft. Der in der Analogschaltung (100_L) vorhandene automatische Verstärkungsregelkreis besteht aus einem Analogschalter (146), dem das Ausgangssignal des Impedanz-Anpassungsverstärkers (144) sowie ein Abtaststeuersignal des Mikroprozessors zugeführt sind. Das Ausgangssignal des Analogschalters (146) wird einem Analog-Digital-Wandler (148) zugeleitet, dessen Ausgangssignal dem Mikroprozessor eingespeist wird, in dem es einem Vergleich sowie der Mittelwertbildung unterworfen wird, so wie dies bei der Beschreibung der "Dunkelkanal"-Analogschaltung (100_D) erläutert ist. Der den Verstärkungsgrad darstellende digital codierte Wert wird mittels eines Digital-Analog-Wandlers (150) in eine Analogspannung umgesetzt, die an die Speisung (152) der Photovervielfacherröhre angelegt, wodurch die Hochspannung zur Aufrechterhaltung einer normalerweise konstanten Signalamplitude eingeregelt wird.

Das Ausgangssignal des Impedanz-Anpassungsverstärkers (144) wird einem Bandpass-Verstärker (162), dessen Durchlaßbereich im Mittelbereich von 170 bis 1400 kHz liegt, und weiters einer Vergleichsschaltung (164) zugeführt. Der Vergleichsschaltung (164) wird ferner eingangsseitig mit einem Bandpass-Schwellenwert mit einem Rauschabstand von annähernd 1 : 1 eines Digital-Analog-Wandlers (163) beaufschlagt, der einen digitalen Schwellenwert (DT_5) vom Mikroprozessor empfängt. Der Ausgangszustand der Vergleichsschaltung (164) ändert sich jedes Mal, wenn das Ausgangssignal des Bandpass-Verstärkers (162) den 1 : 1-Bandpass-Schwellenwert übersteigt, wobei die Zustandsänderung durch ein Ausgangssignal auf der Leitung (T_5) entsprechend angezeigt wird.

Das Ausgangssignal des Impedanz-Anpassungsverstärkers (144) wird außerdem einem Bandpass-Verstärker (166) mit einem Durchlaßbereich im hohen Bereich von 800 bis 5000 kHz zugeleitet, dessen Ausgangssignal einer Vergleichsschaltung (168) zugeführt wird, in der es mit einem Bandpass-Schwellenwert (DT_6) mit einem Rauschabstand von annähernd 8 : 1 verglichen wird. Wann immer das Ausgangssignal des Bandpass-Verstärkers (166) den 8 : 1-Bandpass-Schwellenwert übersteigt, ändert die Vergleichsschaltung (168) ihren Zustand und gibt ein Signal an die Leitung (T_6) ab.

Das Ausgangssignal des Impedanz-Anpassungsverstärkers (144) wird auch einem Verstärker (154) zugeleitet, dessen Ausgangssignal einem Bandpass-Verstärker (158) mit einem Durchlaßbereich im tiefen

Bereich von 50 bis 200 kHz zugeführt wird. Das Ausgangssignal des Bandpass-Verstärkers (158) wird an eine Vergleichsschaltung (160) abgegeben, in der es mit einem Bandpass-Schwellenwert (DT_4) mit einem Rauschabstand von angenähert 4 : 1 verglichen wird. Wann immer das Ausgangssignal des Bandpass-Verstärkers (158) den 4 : 1-Bandpass-Schwellenwert übersteigt, ändert die Vergleichsschaltung (160) ihren Zustand und gibt ein Signal mit geändertem Pegel an die Leitung (T_4) ab.

Außerdem wird das Ausgangssignal des Verstärkers (154) einer Vergleichsschaltung (156) zugeführt und in dieser mit einem Randanzeige-Schwellenwert (DT_7) mit einem Rauschabstand von etwa 4 : 1 verglichen. Jedes Mal, wenn das Ausgangssignal des Verstärkers (154) eine schwerwiegende Abweichung der Amplitude des empfangenen Lichtes anzeigt, ändert die Vergleichsschaltung (156) ihren Zustand und gibt dabei an die Leitung (T_7) ein Signal ab, das den Rand der Platte anzeigt.

Die folgende Tabelle zeigt eine Liste der erfaßbaren Oberflächenfehler in der Reihenfolge ihrer Priorität. Jede Fehlerart ist kurz beschrieben und durch eine Ausgangsadresse auf den Leitungen (T_1 bis T_7) so wie auch einen entsprechend bezeichneten Hexadezimalcode gekennzeichnet.

Tabelle

Priorität der Oberflächenfehlerarten

Hexadezimalzahl	Priorität	Schwellenwert	Art
G	1	T_7 (T_1 bis T_6 unberücksichtigt)	Rand und lokale Fehler > 50 μm (1000000)
F	2	T_6 , T_4 und T_3 (T_1 und T_2 unberücksichtigt)	unbestimmte Verformungen/ Abrasion (011000)
E	3	T_6 und T_4 (T_1 und T_2 unberücksichtigt)	unbestimmte Verformungen (101000)
D	4	T_6 , T_5 und T_3 (T_1 und T_2 unberücksichtigt)	Staub 50 μm (110100)
C	5	T_5 , T_4 und T_3 (T_1 und T_2 unberücksichtigt)	Schwere Verformungen mit Abrasion (011100)
B	6	T_5 und T_4 (T_1 , T_2 , T_6 unberücksichtigt)	Sägemarken, poliert (011000)
A	7	T_5 und T_3 (T_1 , T_2 unberücksichtigt)	lokale Verformungsfehler mit Abrasion (010100)
9	8	T_5 (T_1 , T_2 , T_6 unberücksichtigt)	Verformungsfehler, hohe Frequenz, wie Krater oder Grübchen (010000)
8	9	T_4 und T_3 (T_1 , T_2 unberücksichtigt)	Verformung mit Abrasion (001100)
7	10	T_4 (T_1 , T_2 unberücksichtigt)	Verformung niederer Pegel, niedrige Frequenz wie Wellen oder Raupen (001000)

Tabelle (Fortsetzung)

5	Hexadezimalzahl	Priorität	Schwellenwert	Art
	6	11	T ₃ (T ₁ , T ₂ , T ₆ unberücksichtigt)	Gruben, Abrasionen > 2 µm (000100)
10	5	12		nicht verwendet
	4	13	T ₂ (T ₁ unberücksichtigt)	Gruben, Kratzer > 20 µm (000010)
15	3	14	T ₁ und T ₆ (T ₂ unberücksichtigt)	Staub (100001)
20	2	15	T ₁	Dunst, Riefen, Kratzer (000001)
	1	16	T ₆	Rauschen (100000)

25

In Fig. 5 ist das Blockschaltbild der digitalen Fehlererkennungsschaltung (200_A) gezeigt, die dazu dient, ein Schaubild nach Art einer Landkarte der Oberfläche der untersuchten Platte zu erstellen.

Die Matrix des Oberflächenschaubildes hat gemäß Fig. 4 ein Untersuchungsfeld von etwa 14 x 14 cm, womit die Untersuchung von Platten bis zu einem Durchmesser von 125 mm ermöglicht wird. Da die Platte auf einem dunklen Untergrund aufruhrt, treten kennzeichnende Änderungen in der Lichtreflexion auf, sobald der Abtaststrahl den Plattenrand überschreitet. Auf diese Weise kann der Plattenrand erfaßt werden, was durch Signale auf der Leitung (T₇) angezeigt wird. Die Randanzeigesignale dienen nur zur Abtaststeuerung der Schwellenwertsignale (T₁ bis T₇) zwischen den erfaßten Plattenrändern. Die Flächenmatrix gemäß Fig. 4 besteht aus 172 Zeilen mit je 172 Flächeneinheiten (d. h. einer Matrix aus 29 584 Flächeneinheiten).

Gemäß Fig. 5 werden in der digitalen Fehlererkennungsschaltung (200_A) die Abtastungen jeder Informationszeile analysiert, um die einzelnen Flächeneinheiten von 0,813 x 0,813 mm Größe zu schaffen, von denen jede mit einem Binärkode bezeichnet ist, welche dem schwerwiegendsten Oberflächenfehler in dieser Flächeneinheit zugeordnet ist. Eine Flächeneinheit ohne Fehler wird mit einem Code aus lauter Nullen gekennzeichnet. Die Bildung des Oberflächenschaubildes erfolgt im Hinlauf einer vorbestimmten Zeitbasis, und die digitale Fehlererkennungsschaltung (200_A) gibt eine einzelne Zeile mit 172 Flächeneinheiten nach jeweils 24 Hinläufen des Abtaststrahles an einen zugehörigen Mikroprozessorspeicher ab.

Die drei "Dunkelkanal"-Leitungen (T₁, T₂ und T₃) der Analogschaltung (100_D) sind an ein Halteregeister (220) gelegt. Die vier Schwellenwertkanalleitungen (T₄ bis T₇) der "Hellkanal"-Analogschaltung (100_L) sind gleichfalls an das Halteregeister (220) angeschlossen. Die Leitung (T₇) der "Hellkanal"-Analogschaltung (100_L) ist ferner mit einer Randfolgerschaltung (200_B) verbunden, die eine Steuerung der Daten auf den Leitungen (T₁ bis T₇) zwischen erfaßten Rändern der Platte (W₁) bewirkt.

Das Register (220) ist ein zeitweilig einrastendes Register, welches die Siebenbitinformation der Leitungen (T₁ bis T₇) der Analogschaltungen hält und einen Siebenbit-Adreßcode für jede der 172 Flächeneinheiten während jeder Strahlabtastung abgibt. Der Inhalt des Registers (220) wird als Siebenbitadresse für einen 128 x 5-Festwertspeicher (224) herangezogen, der bereits vorher entwickelte 5-bit-Codes in jedem seiner 128 Speicherplätze enthält. Spezialfälle sind der Speicherplatz 0, der ein Code aus lauter Nullen zur Anzeige "kein Fehler" enthält, und die oberen 64 Speicherplätze, von denen jeder den "auf der Platte" enthält. Die Speicherplätze 1 bis 63 enthalten Codes, die der jeweiligen Kombination aktiver Schwellenwerte bezüglich jeder Prüfstelle zugeordnet sind. Das Ergebnis ist einer aus dem Festwertspeicher (224) ausgelesene Fünfbit-Codes, welcher die jeweilige Fehlerart angibt, die von dem entsprechend adressierten Speicherplatz des Festwertspeichers (224) dargestellt ist. Der Fünfbit-Code ist derart bestimmt, daß der numerische Wert des Codes desto größer ist,

je schwerwiegender der Fehler ist. Die Prioritätenfolge ist in der Tabelle angegeben.

Der aus dem Festwertspeicher (224) ausgelesene Fünfbitt-Code wird im folgenden als "neuer" Fehlercode bezeichnet, der mit einem entsprechenden, vorhergehend erfaßten Fünfbitt-Code verglichen wird, der einem zeitweilig haltenden Speicher (238) mit wahlfreiem Zugriff entnommen wird. Der Speicher (238) mit wahlfreiem Zugriff ist synchron adressiert, um den "alten" Fehlercode auszuspeichern, der an demjenigen Speicherplatz gespeichert ist, welcher derselben Flächeneinheit des jeweils momentan abgetasteten und verarbeiteten Abtaststrahles entspricht. Eine Vergleichsschaltung (228) dient zur Anzeige, wenn der "neue" Fehlercode größer als der "alte" Fehlercode ist, und gibt dementsprechend ein Freigabesignal über eine Leitung (230) bzw. (232) an ein UND-Gatter (234) oder (236) ab. Das freigegebene UND-Gatter (234) läßt den "neuen" Fünfbitt-Code zum Speicher (238) mit wahlfreiem Zugriff durch und schaltet den "alten" Fehlercode gegebenenfalls auf, wodurch der schwerwiegendste Fehler auf dieser Flächeneinheit gekennzeichnet wird. Andernfalls wird das UND-Gatter (236) durchgeschaltet, um den "alten" Fehlercode wieder in den Speicher (238) mit wahlfreiem Zugriff einzuspeichern.

Da das Platten-Transportsystem die Platten während der für 24 Abtastungen erforderlichen Zeit um 0,813 mm vorwärtsbewegt, erfolgt der Abtast/Vergleichsvorgang derart, daß er für jede Flächeneinheit 24 Mal durchgeführt wird bzw. 4,128 Mal für jede der 172 Zeilen, welche die Matrix der Flächeneinheiten bilden.

Zur Steuerung und Durchschaltung eines "Abtaststart-", eines "Plattenbereitschafts-" und eines Taktsignales von 6,48 MHz an die jeweiligen Logikschaltkreise ist ein Takt- und Steuernetzwerk (254) vorgesehen.

Der Speicher (238) mit wahlfreiem Zugriff wird 172 Mal je Abtastung adressiert, und diese Adresse wird von einem Flächeneinheits-Positionszähler (250) abgegeben, der durch das Takt- und Steuernetzwerk (254) getastete Taktsignale empfängt. Von dem Takt- und Steuernetzwerk (254) werden ineinandergeschachtelte "Entlade"- bzw. "Lade"-Befehle an Leitungen (246) bzw. (244) abgegeben. Bei Auftreten der 172. Adresse in jeder Abtastzeile gibt ein Decoder, der das Achtbit-Ausgangssignal des Zählers (250) überwacht, ein Signal ab, welches ein UND-Gatter (258) freigibt. Das freigegebene UND-Gatter (258) läßt einen Taktimpuls zu einem Hinlaufzähler (262) durch, der die Anzahl der Hinläufe des Abtaststrahles überwacht. Das Ausgangssignal des Decoders (256) gibt auch ein Rücksetzsignal an den Positionszähler (250) ab. Am Beginn des Auftretens der 24. Abtastung mittels des Strahles speist der Hinlaufzähler (262) einen Decoder (264), der ein Ausgangssignal zur Freigabe eines UND-Gatters (266) abgibt. Das freigegebene UND-Gatter (266) läßt einen Taktimpuls an einen Zeilenzähler (268) durch, der die Anzahl der erfaßten Zeilen überwacht, die an den zeitweilig haltenden Speicher des Mikroprozessors abgegeben wird. Das Ausgangssignal des Decoders (264) gibt außerdem ein Rücksetzsignal an den Hinlaufzähler (262) ab.

Am Beginn des Auftretens der 24. Abtastung der 127. Zeile gibt ein Decoder (267) ein Signal an das Takt- und Steuernetzwerk (254) ab, das selbst wieder ein Rücksetzsignal an den Zeilenzähler (268) abgibt.

Der Decoder (264) gibt ein Ausgangssignal an das Takt- und Steuernetzwerk (254) ab, das nicht nur die Rücksetzung des Hinlaufzählers (262), sondern auch die Abgabe von Steuerbefehlen an drei Leitungen (270) bewirkt, wodurch bewirkt wird, daß der zeitweilig haltende Speicher des zugeordneten Mikroprozessors die nächste Zeile von 172 Daten liest und an fünf Datenleitungen (240) und acht Positions-Adreßleitungen (260) Wortadressen abgibt.

Bei Beginn jeder 24. Abtastung wird eine Zeile von 172 Flächeneinheits-Codes über die Datenleitungen (240) an den Mikroprozessor-Speicher zwecks nachfolgender Analyse übertragen.

Bei der Übertragung jedes Flächeneinheitscodes wird der jeweilige Speicherplatz des zeitweilig haltenden Speichers mit wahlfreiem Zugriff als Vorbereitung für die Verarbeitung der nächsten Zeile auf einen Fehlercode mit lauter Nullen gebracht. Nach der Übertragung von 172 solcher Zeilen stellt die Schaltung (200_A) die aktive Verarbeitung ein und wartet auf die folgende Platte.

Die Plattenrand-Koordinaten werden im Mikroprozessor zur Bestimmung der Begrenzung der Platte innerhalb der gesamten 172 x 172-Matrix verwendet. Diese Koordinaten werden von der Randfolger-Logikschaltung (200_B) erhalten, die in Fig. 6 gezeigt ist, und zur Triggerung eines bistabilen Flip-Flops herangezogen, das UND-Gatter für die Signale (T₁ bis T₇) der Analogschaltung (100) an die digitale Fehlererkennungs- und -verarbeitungsschaltung (200) freigibt oder sperrt. Auf diese Weise können keine Fremdsignale von außerhalb der Plattenoberfläche als Fehler verarbeitet werden, die andererseits in der aufsummierten Gesamtfehlerzahl aufschienen.

Die in Fig. 6 dargestellte Schaltung (200_B) dient zur Aufzeichnung der ersten "auf die Platte"-Aufnahme und der letzten "von der Platte"-Aufnahme sowie dazu, daß alle anderen Signale unberücksichtigt bleiben, die als T₇-Aufnahme auftreten könnten. Eine Halteinrichtung verhindert die Aufzeichnung aller außer der ersten "auf die Platte"-Aufnahme während des Abtastzyklus. Die "von der Platte"-Aufnahme zeichnet die Stelle der Abtastung auf, an der die Halteunterbrechung auftritt, wobei diese Koordinate während der nächsten Abtastung dazu verwendet wird, daß das Auftreten von Schmutz oder Asche auf der Platte nicht irrtümlich als Randstelle der Platte ausgewertet wird. Steckgehäuse-Schalter sind als Teile des Netzwerkes zu dem Zwecke vorgesehen, um eine lagemäßige Einstellung der erfaßten Ränder des wiederhergestellten "auf die Platte"-Signales. Die Einstellung bestimmt eine Randzone auf der Platte, die für die Zwecke der Fehlererfassung unberücksichtigt

bleibt. Die Außenzone der Platte wird normalerweise zur Herstellung integrierter Halbleiterelemente nicht verwendet, weil die Ränder sehr häufig zahlreiche erfaßbare Fehler aufweisen. Diese unerwünschten Signale würden ansonsten zu falschen Fehlerinformationen außerhalb der Plattenränder oder entlang derselben und somit zu einer unrichtigen Beurteilung der Platte führen.

Der Zeitabschnitt zwischen den eingestellten Rändern wird im folgenden als Zeitabschnitt der "echten Fehler" bezeichnet und dient zur Steuerung der von der Analogschaltung abgegebenen Informationen.

Die Randfolgerschaltung (200_B) weist gemäß Fig. 6 einen achtstufigen Abwärtszähler (202) auf, der mit Taktimpulsen (8 je Flächeneinheit) gesteuert und von den Steckgehäuse-Schaltern (204) voreingestellt wird, die an die verschiedenen Zählerstufen angeschlossen sind. Nach Empfang des Ladebefehles, der dem den Übergang des Abtaststrahles von außerhalb der Platte auf die Platte darstellenden T₇-Übergang entspricht, beginnt der Zähler (202) die Taktimpulse zu zählen. Wenn der Zähler (202) von einer Gesamtzahl, die 2 oder 3 Flächeneinheiten gemäß der Voreinstellung mittels der Schalter (204) entspricht, abwärts zählt, so erzeugt er ein "Entnahme"-Ausgangssignal als Befehl zur Durchschaltung eines "Echtfehler"-Gatters, um die Signale auf den Leitungen (T₁ bis T₇) durchzulassen.

Zur Erzeugung eines "Echtfehler"-Abschaltssignales wird in der Schaltung (200_B) die Bestimmung der Information der vorhergehenden Zeilenabtastung bei der letzten "von der Platte"-Aufnahme herangezogen, um das Ende des "Echtfehler"-Signales für die momentane Abtastung zu bestimmen.

Bei Auftreten des vom Detektor (72) abgegebenen Abtast-Startsignals wird ein zwölfstufiger Zähler (206) auf Null rückgesetzt und beginnt mit der Zählung der Taktimpulse (8 je Flächeneinheit). Der Inhalt des Zählers (206) wird jedes Mal in ein Register (208) eingespeichert, wenn ein "von der Platte"-Aufnahmesignal empfangen wird. Dieses Signal stellt einen Übergang auf der T₇-Schwellenwertleitung dar, wobei - wie bereits erläutert - falsche Signale infolge von Staub oder Asche erzeugt werden können.

Eine arithmetische Logikeinheit (212) empfängt die im Register (208) gespeicherte Information und subtrahiert einen mittels Steckgehäuse-Schaltern (210) voreingestellten Digitalwert, der der Randzone der Platte entspricht, für die die Fehlererfassung unerwünscht ist.

Bei jedem Auftreten des "von der Platte"-Aufnahmesignales wird das Register (208) mit einer neuen Zahl aus dem Zähler (206) geladen und gibt diese Zahl an die Logikeinheit (212) ab. Dieser Wert wird in einen zwölfstufigen Abwärtszähler (214) nach Empfang des vom Detektor (72) abgegebenen Abtast-Startsignals für die nächste Abtastzeile voreingespeichert. Wenn der Zähler (214) von dem voreingespeicherten Wert bis Null abwärts zählt, so wird ein "Echtfehler"-Abschaltssignal abgegeben, um den Empfang von Informationen von der Analogschaltung über die Leitungen (T₁ bis T₇) zu sperren.

Die Verarbeitungseinheit der digitalen Fehlererkennungs- und -verarbeitungsschaltung (200) besteht gemäß Fig. 2 aus einem Mikroprozessor, der zur Abgabe vieler der oben erwähnten Ausgangssignale programmiert ist und außerdem zur Analyse der 172 Zeilen der an seinen zeitweilig haltenden Speicher abgegebenen Informationen ausgebildet. Das in Fig. 7A und 7B dargestellte Flußdiagramm zeigt den Algorithmus zur Qualitätsabstufung, der in den Mikroprozessor einprogrammiert wird, um Sortierungsbefehle an die Transporteinrichtung und Vorschriften über die Weiterbehandlung der jeweils untersuchten Platte abzugeben.

Gemäß Fig. 7A wird nach Abgabe eines Startbefehles untersucht, wie viele Fehler der Art "E" erfaßt und in dem zeitweilig haltenden Speicher gespeichert worden sind. Die maximale Anzahl annehmbarer Fehler der Art "E" wird vom Anwender voreingestellt und sei mit E₀ bezeichnet. Falls die Anzahl E der Fehler der Art "E" größer als E₀ ist, so wird der Befehl zur Einstufung der Platte als "polierbedürftig" abgegeben. Falls die Anzahl E nicht größer als E₀ ist, so wird die Zahl E der Anzahl der Fehler der Art "7" hinzuaddiert, die eine nachrangige Priorität haben als die Fehler der Art "E". Dann wird die Anzahl der Fehler der Art "7" einschließlich der Zahl E untersucht. Die Zahl 7 der Fehler der Art "7" wird mit einer voreingestellten Maximalzahl 7₀ verglichen. Wenn die Zahl 7 größer als 7₀ ist, so wird der Befehl zur Einstufung der Platte als "polierbedürftig" abgegeben. Falls die Zahl 7 kleiner oder gleich 7₀ ist, so wird jeder Fehler der Art "7" als solche Art umbezeichnet, die in der unmittelbar vorigen Stelle vorhanden ist.

Es sei daran erinnert, daß ein Fehler der Art "7" gemäß der Tabelle eine niederfrequente Verformung darstellt, der manchmal auch dann auftritt, wenn vorübergehende Lagefehler erfaßt werden. Eine niederfrequente Schwingung tritt auf, die manchmal dazu führt, daß ein Fehler der Art "7" nach der Erfassung einer anderen Art als erfaßt gilt. Wenn daher eine geringe Anzahl solcher Fehler der Art "7" erfaßt wird, werden diese als Fehler derjenigen Art umklassifiziert, die an der nächsten vorhergehenden Stelle erfaßt worden ist.

Nachfolgend der Umordnung der Fehler der Art "7" wird die Anzahl der Fehler der Art "G" untersucht. Wenn die Zahl G größer als die voreingestellte Maximalanzahl G₀ ist, so wird ein Befehl zur Einstufung der Platte als "Ausschuß" abgegeben.

Die folgenden Instruktionen im Flußdiagramm gemäß Fig. 7A und 7B folgen der allgemeinen Prioritätenliste gemäß der Tabelle, bis die Fehler mit geringer Priorität geprüft worden sind. Wenn im Falle von Fehlern der Art "3" die Anzahl 3 dieser Fehler größer als die voreingestellte Maximalanzahl 3₀ ist, so wird ein Befehl zur

Einstufung der Platte als "reinigungsbedürftig" abgegeben, ist die Anzahl 3 nicht größer als 3₀, so wird ein Befehl zur Anzeige der Zahl 3 auf der Zeichenanzeige (406) abgegeben, was "Staub" bedeutet. Gleichzeitig erfolgt eine Untersuchung hinsichtlich der Anzahl der Fehler der Art "2". Die Anzahl 2 dieser Fehler wird mit einer voreingestellten Maximalanzahl 2₀ verglichen, um zu bestimmen, ob das Auftreten der Fehler der Art "2" Dunst auf der Plattenoberfläche anzeigt. Falls die Zahl 2 größer als 2₀ ist, so wird ein Befehl zur Einstufung der Platte als "polierbedürftig" abgegeben. Falls die Zahl 2 nicht größer als 2₀ ist, wird sie mit einer anderen voreingestellten Zahl 2₁ verglichen, welche die Maximalanzahl auf der Plattenoberfläche möglicherweise auftretender Grübchen darstellt. Wenn die Zahl 2 größer als 2₁ ist, so wird sie auf der Zeichenanzeige (406) angezeigt, und zugleich wird ein Befehl zur Einstufung der Platte als "polierbedürftig" abgegeben. Wenn andererseits die Zahl 2 nicht größer als 2₁ ist, so wird ein Befehl zur Einstufung der Platte als "in Ordnung" und zur Anzeige der Zahl 2 abgegeben.

Nach Abgabe der jeweiligen Befehle, wie "in Ordnung", "reinigungsbedürftig", "polierbedürftig" oder "Ausschuß" wird selbstverständlich der zeitweilige Speicher gelöscht und die Einrichtung in den Bereitschaftszustand zurückversetzt, bis die nächste Platte in den Untersuchungsplatz eintritt.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Untersuchung der polierten Oberfläche eines Gegenstandes auf kleine Oberflächenfehler, bei dem der Gegenstand mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit längs einer Prüffläche transportiert und seine polierte Oberfläche wiederholt längs einer Abtastlinie senkrecht zur Transportrichtung mit einem enggebündelten Strahl elektromagnetischer Strahlung abgetastet wird und wobei die Anwesenheit und die Art von Oberflächenfehlern zumindest aus der von der Oberfläche reflektierten Streustrahlung bestimmt wird, wobei ein erstes Kanal-Ausgangssignal erzeugt wird, das für die von der Oberfläche reflektierte Streustrahlung repräsentativ ist, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweites Kanal-Ausgangssignal (54) erzeugt wird, das einer von Oberflächenfehlern hervorgerufenen Verminderung der gespiegelten Strahlung entspricht, daß das zweite Kanal-Ausgangssignal mit einem ersten vorbestimmten Schwellenwert (15g) verglichen und ein Signal mit vorbestimmtem Pegel (T₇) in einem entsprechenden ersten Schwellenwert-Kategoriekanal jeweils dann erzeugt wird, wenn das zweite Kanal-Ausgangssignal den ersten vorbestimmten Schwellenwert kreuzt, daß innerhalb eines vorbestimmten Frequenzbereiches liegende Frequenzkomponenten aufweisende Anteile des zweiten Kanal-Ausgangssignales mit einem Bandpass-Schwellenwert (159, 163, 176) verglichen werden und ein Signal mit vorbestimmtem Pegel (T₄ bis T₆) in einem entsprechenden zweiten Schwellenwert-Kategoriekanal bei jedem Durchgang der Anteile des zweiten Kanal-Ausgangssignales durch den Bandpass-Schwellenwert erzeugt wird, daß das erste Kanal-Ausgangssignal mit mehreren vorbestimmten Schwellenwerten (115 bis 119) verglichen und jeweils ein entsprechendes Signal (T₁ bis T₃) mit vorbestimmtem Pegel in einem entsprechenden Schwellenwert-Kategoriekanal bei jedem Durchgang des ersten Kanal-Ausgangssignales durch den entsprechenden Schwellenwert erzeugt wird, daß die Schwellenwert-Kategoriekanäle während jeder Abtastung und während mehrerer aufeinanderfolgender Abtastungen mehrmals abgetastet und hievon mehrere Abtast-Flächeneinheiten auf der Oberfläche des untersuchten Gegenstandes abgeleitet werden, daß die in den abgetasteten Schwellenwert-Kategoriekanälen auftretenden Ausgangssignalpegel in den betreffenden Schwellenwert-Kategoriekanälen, in denen die Ausgangssignalpegel auftreten, in zugeordnete Digitalwerte (A) umgesetzt werden (224), daß ein laufender Digitalwert mit dem zu einem gleichen Zeitpunkt innerhalb einer entsprechenden Abtast-Flächeneinheit gespeicherten Digitalwert (B) verglichen und der größere der verglichenen Digitalwerte als die Abtast-Flächeneinheit kennzeichnender Wert gespeichert wird, daß die auftretenden gleich bezeichneten Abtast-Flächeneinheiten summiert werden und die Oberflächengüte des Gegenstandes entsprechend voreingestellter Summierwerte bestimmt wird.

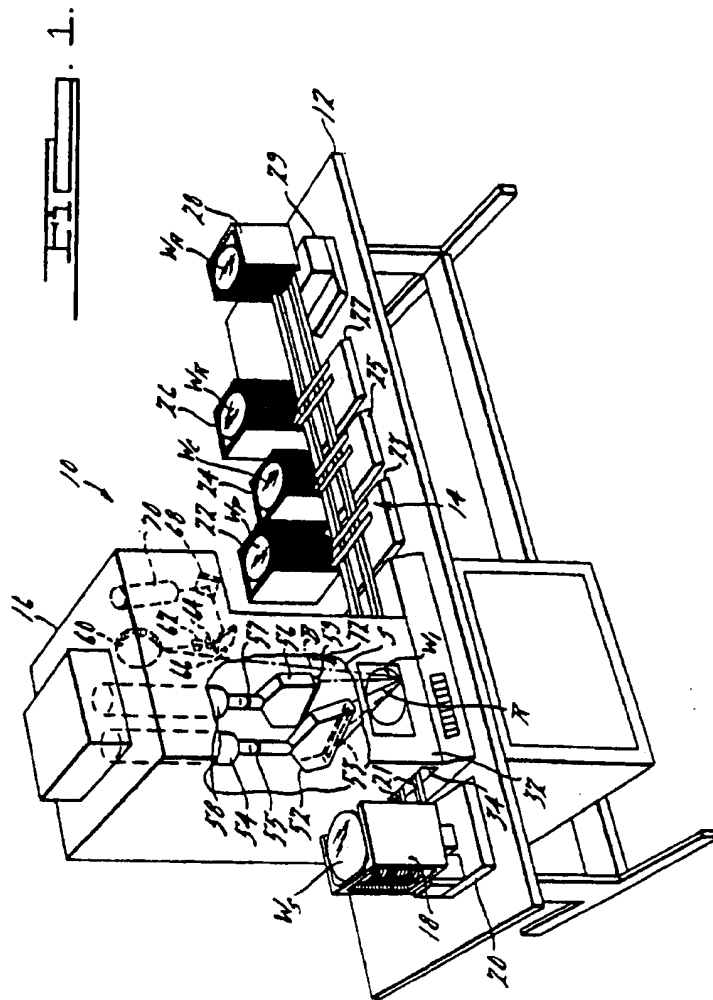
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der untersuchte Gegenstand eine Siliziumplatte ist, dadurch gekennzeichnet, daß die wiederholte Abtastung der polierten Oberfläche mit einem Laserstrahl erfolgt.

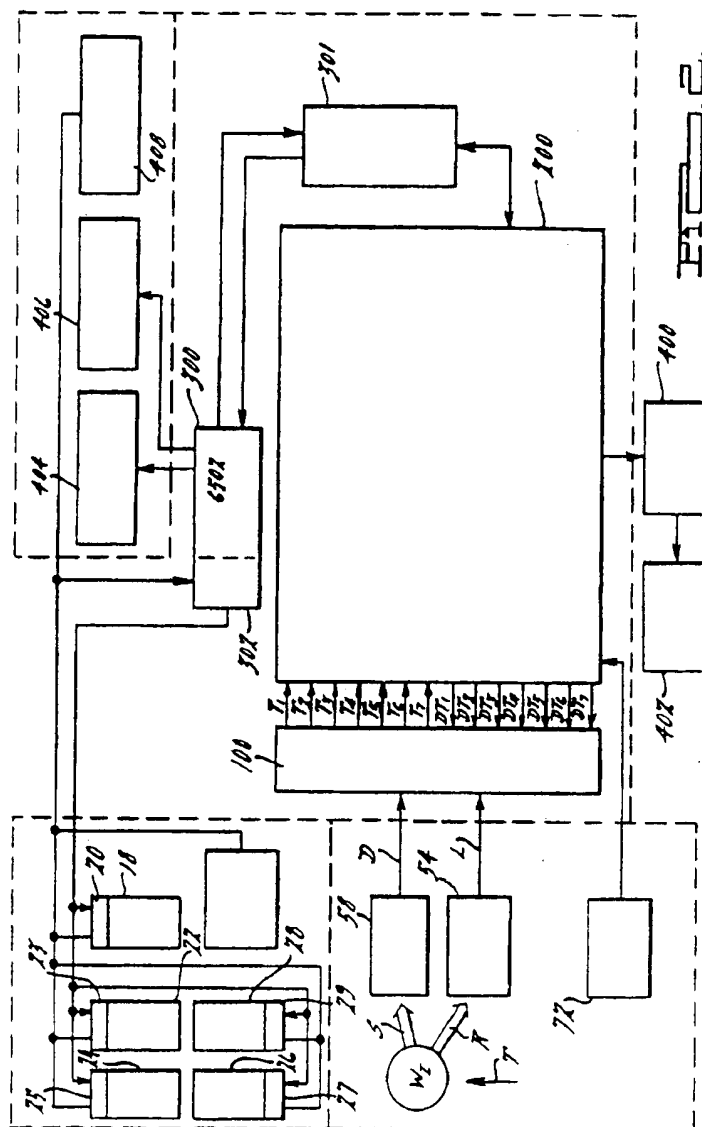
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Anfang jeder Abtastung erfaßt wird, bevor die elektromagnetische Strahlung die Prüffläche erreicht, über die der Gegenstand transportiert wird, und daß in Abhängigkeit von dieser Erfassung ein Abtast-Startsignal (72) erzeugt wird.

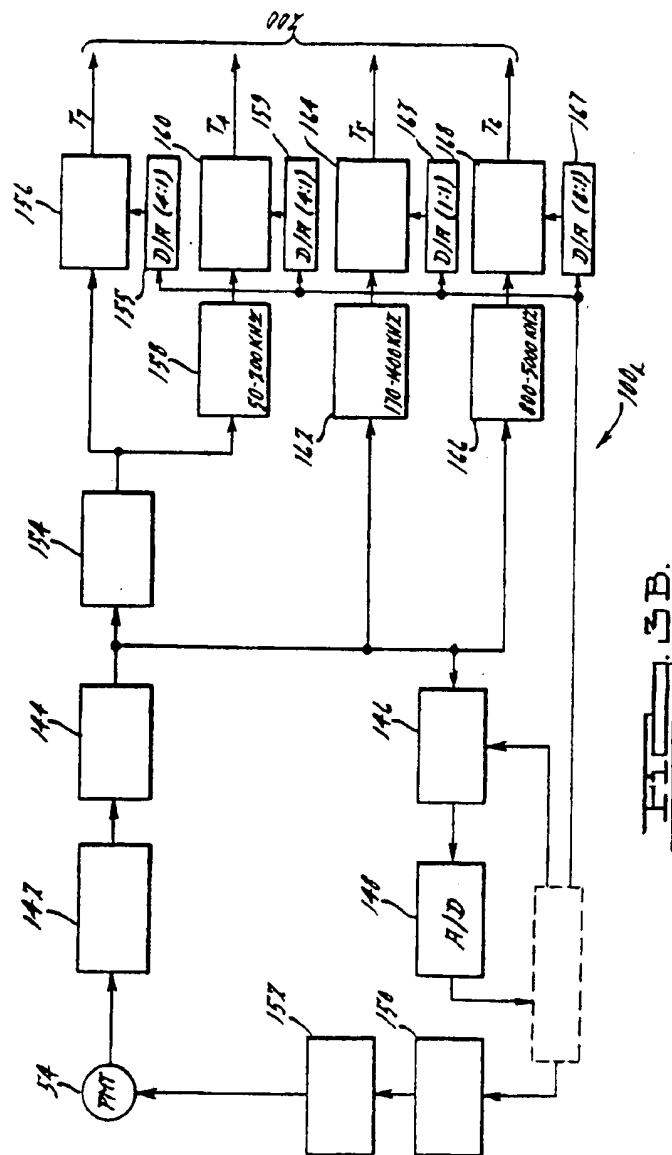
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der erste vorbestimmte Schwellenwert der erwarteten Änderung zwischen dem von der Prüffläche reflektierten Licht und dem von der polierten Oberfläche des Gegenstandes reflektierten Licht zugeordnet wird.
- 5 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß derjenige Abschnitt jeder Abtastung, für den die empfangene Strahlung Informationen über die polierte Oberfläche des Gegenstandes enthält, bei Empfang des Abtast-Startsignales zusammen mit dem Ausgangssignal des ersten Schwellenwert-Kategoriekanales bestimmt wird.
- 10 6. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 5, bestehend aus einer Prüffläche, einer Transporteinrichtung zum Transport von Gegenständen mit vorbestimmter Geschwindigkeit über die Prüffläche, einer Abtasteinrichtung zum wiederholten Abtasten einer quer zur Transportrichtung über die Prüffläche verlaufenden Abtastlinie mit einem enggebündelten Strahl elektromagnetischer Strahlung, einer ersten Kanaleinrichtung mit einem Detektor, der zum Erfassen von auf der polierten Oberfläche des Gegenstandes
15 vorhandenen Oberflächenfehlern reflektierter elektromagnetischer Streustrahlung sowie zur Abgabe eines der Streustrahlung entsprechenden ersten Kanal-Ausgangssignales ausgebildet ist, gekennzeichnet durch eine zweite Kanaleinrichtung (52 bis 55) mit einem Detektor, der zur Erfassung der von der polierten Oberfläche des Gegenstandes (W_p) reflektierten elektromagnetischen Streustrahlung sowie zur Abgabe eines der von Oberflächenfehlern der polierten Oberfläche hervorgerufenen Verminderung der gespiegelten Strahlung
20 entsprechenden zweiten Kanal-Ausgangssignales ausgebildet ist, einen ersten Komparator (156), der an die zweite Kanaleinrichtung (52 bis 55) angeschlossen und zum Vergleichen des zweiten Kanal-Ausgangssignales mit einem ersten vorbestimmten Schwellenwert sowie zur Abgabe eines Ausgangssignales mit vorbestimmtem Pegel in einem entsprechenden ersten Schwellenwert-Kategoriekanal bei jedem Durchgang des zweiten Kanal-Ausgangssignales durch den ersten vorbestimmten Schwellenwert ausgebildet ist, einen zweiten Komparator
25 (160, 164, 168), der an die zweite Kanaleinrichtung (52 bis 55) angeschlossen und zum Vergleichen derjenigen durchgelassenen Anteile des zweiten Kanal-Ausgangssignales, die innerhalb eines vorbestimmten Frequenzbereiches liegende Frequenzkomponenten aufweisen, mit einem Bandpass-Schwellenwert sowie zur Abgabe eines Ausgangssignales mit vorbestimmtem Pegel in einem entsprechenden zweiten Schwellenwert-Kategoriekanal bei jedem Durchgang der durchgelassenen Anteile des zweiten Kanal-Ausgangssignales durch den
30 Bandpass-Schwellenwert ausgebildet ist, einen dritten Komparator (116, 118, 120), der an die erste Kanaleinrichtung (56 bis 59) angeschlossen und zum Vergleichen des ersten Kanal-Ausgangssignales mit mehreren vorbestimmten Schwellenwerten sowie zur Abgabe eines entsprechenden Ausgangssignales mit vorbestimmtem Pegel in einem entsprechenden Schwellenwert-Kategoriekanal bei jedem Durchgang des ersten Kanal-Ausgangssignales durch einen entsprechenden Schwellenwert ausgebildet ist, eine zeitgesteuerte
35 Abtasteinrichtung (254), die zur mehrmaligen Abtastung der Schwellenwert-Kategoriekanäle während jeder Abtastung und während mehrerer aufeinanderfolgender Abtastungen sowie zur Bestimmung mehrerer Abtast-Flächeneinheiten ausgebildet ist, einen Wandler (224) zur Umsetzung des Auftretens der Ausgangssignale der abgetasteten Schwellenwert-Kategoriekanäle in Digitalwerte entsprechend den jeweiligen Schwellenwert-Kategoriekanälen, in denen die Ausgangssignale auftreten, einen Speicher (238) zum Speichern dieser
40 Digitalwerte, einen vierten Komparator (228) zum Vergleichen eines laufenden Digitalwertes mit dem im Speicher (238) zu einem gleichen Zeitpunkt innerhalb einer entsprechenden Abtast-Flächeneinheit gespeicherten Digitalwert und zur Abgabe des größeren der verglichenen Digitalwerte sowie zum Speichern desselben als die entsprechende Abtast-Flächeneinheit kennzeichnenden Wert, und eine Summier- und Bestimmungseinrichtung (200) zum Summieren des Auftretens gleich gekennzeichneteter Abtast-Flächeneinheiten sowie zur Bestimmung der Oberflächengüte des Gegenstandes entsprechend voreingestellter Summenwerte.
- 45 7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Komparator (160, 164, 168) mehreren parallelgeschalteten, mit dem zweiten Kanal-Ausgangssignal beaufschlagten Bandpass-Filtern (158, 162, 166) zugeordnet ist, von denen jeder einen Anteil dieses Ausgangssignales durchläßt, dessen Frequenzkomponenten in einem eigenen Frequenzband liegen, wobei das Ausgangssignal jedes Bandpass-Filtern mit einem entsprechenden Bandpass-Schwellenwert verglichen wird.
- 50 8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein erster (158) der Bandpass-Filter (158, 162, 166) einen Durchlaßbereich von 50 bis 200 kHz aufweist.
- 55 9. Einrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweiter (162) der Bandpass-Filter (158, 162, 166) einen Durchlaßbereich von 170 bis 1400 kHz aufweist.
- 60 10. Einrichtung nach den Ansprüchen 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein dritter (166) der Bandpass-Filter (158, 162, 166) einen Durchlaßbereich von 800 bis 5000 kHz aufweist.

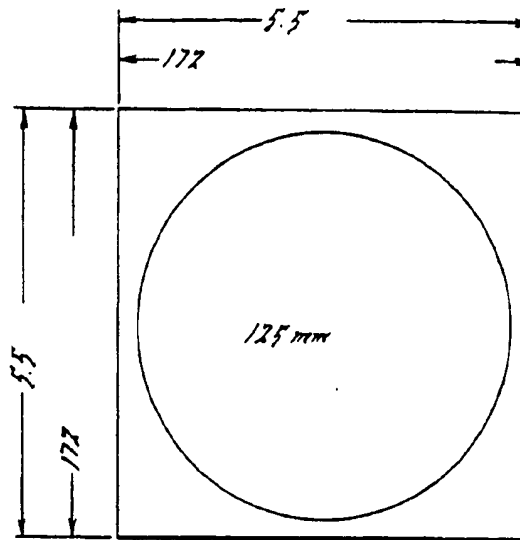
11. Einrichtung nach den Ansprüchen 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der dritte Komparator (116, 118, 120) eine mit einem Schwellenwert mit einem Rauschabstand von angenähert 1 : 1 beaufschlagte erste Vergleichsschaltung (116), eine mit einem Schwellenwert mit einem Rauschabstand von angenähert 4 : 1 beaufschlagte zweite Vergleichsschaltung (118) und eine mit einem Schwellenwert mit einem Rauschabstand von angenähert 20 : 1 beaufschlagte dritte Vergleichsschaltung (120) aufweist.
12. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die drei Vergleichsschaltungen (116; 118; 120) des dritten Komparators (116, 118, 120) jeweils an einen zur Abgabe des jeweiligen Schwellenwertes ausgebildeten Digital-Analog-Wandler (115, 117, 119) angeschlossen sind.
13. Einrichtung nach den Ansprüchen 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die drei Komparatoren (156; 160, 164, 168; 116, 118, 120) zur Abgabe eines Mehrfachbit-Adreßsignales in ihrem jeweiligen Schwellenwert-Kategoriekanal in Kombination betrieben sind, welches Adreßsignal einem vorprogrammierten Speicher des Wandlers (224) zugeführt ist, wobei der Speicher jeder Oberflächenfehlerart entsprechend einen vorbestimmten Prioritätswert digital darstellende Fehlercodes enthält und zum Empfang einer Kette von der zeitgesteuerten Abtasteinrichtung (254) abgegebenen Befehlssignalen geschaltet ist.
14. Einrichtung nach den Ansprüchen 6 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Komparator (156) zur Abgabe des ersten Ausgangssignales mit vorbestimmtem Pegel im ersten vorbestimmten Schwellenwert-Kategoriekanal bei Überschreiten des zweiten Kanal-Ausgangssignales über eine voraussichtliche Änderung zwischen der von der Prüffläche reflektierten Strahlung und der von der polierten Oberfläche des Gegenstandes reflektierten Strahlung ausgebildet ist, daß ein Detektor (72) zur Erfassung des Anfangs jeder Abtastung vor Auftreffen der Strahlung auf die Prüffläche und zur Abgabe eines Startsignales für die Abtastung bei solch einer Erfassung vorgesehen ist, und daß eine Empfangseinrichtung zum Empfang des Startsignales sowie des Ausgangssignales des ersten Komparators im ersten Schwellenwert-Kategoriekanal und zur Bestimmung desjenigen Abschnittes jeder Abtastung vorgesehen ist, für welchen die empfangene Strahlung Informationen über die polierte Oberfläche des Gegenstandes enthält.

Hiezu 8 Blatt Zeichnungen

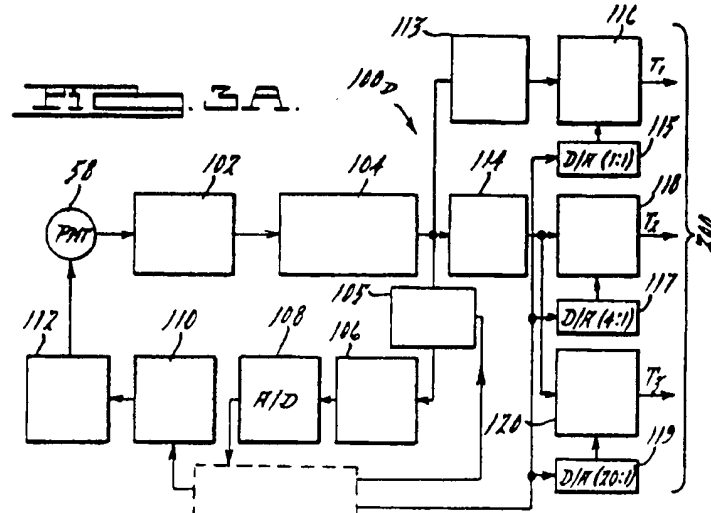




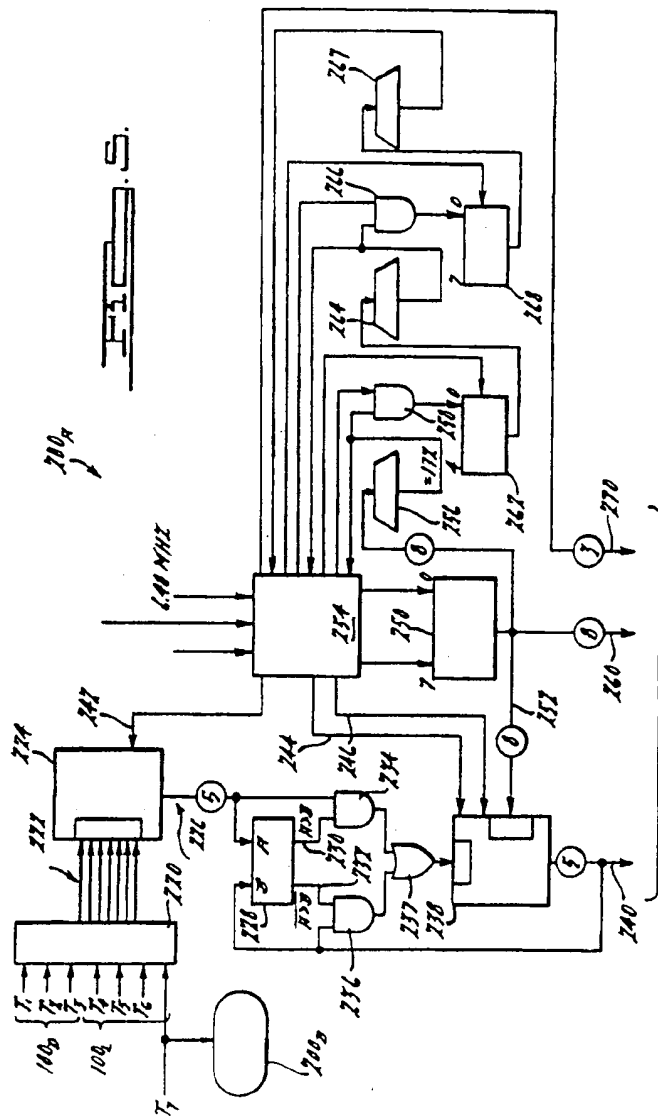


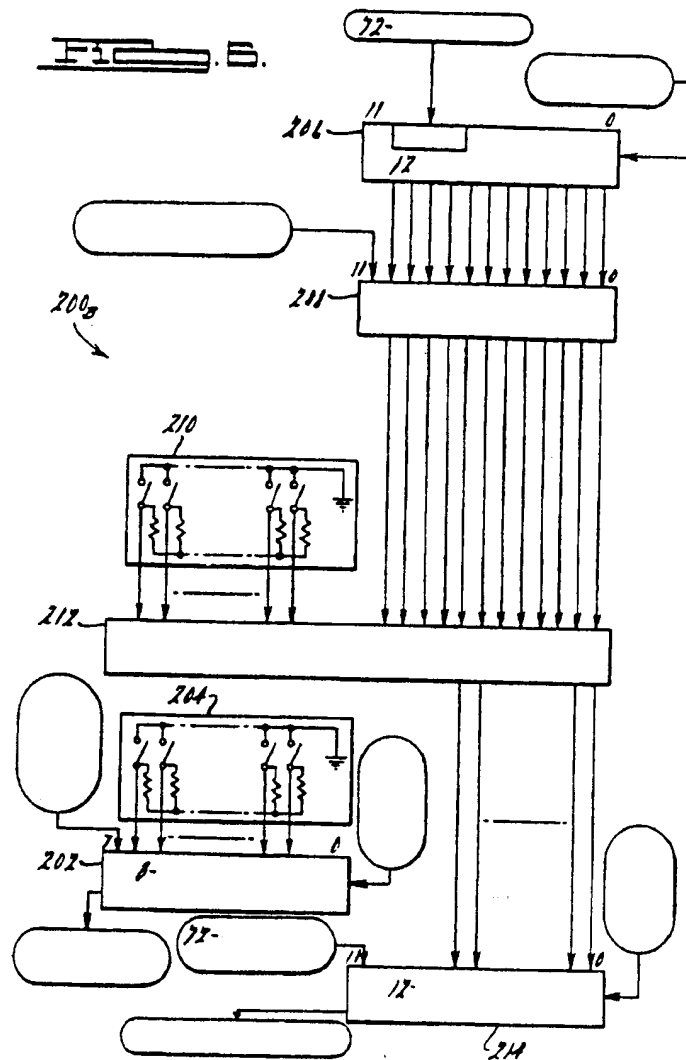


FI 4.



BEST AVAILABLE COPY





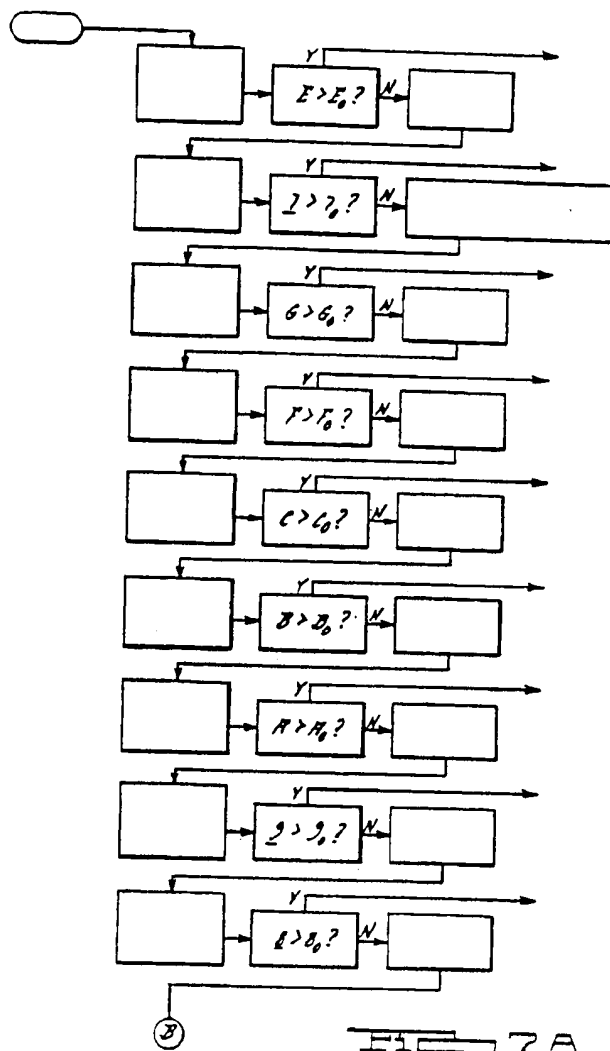


FIG. 7A.

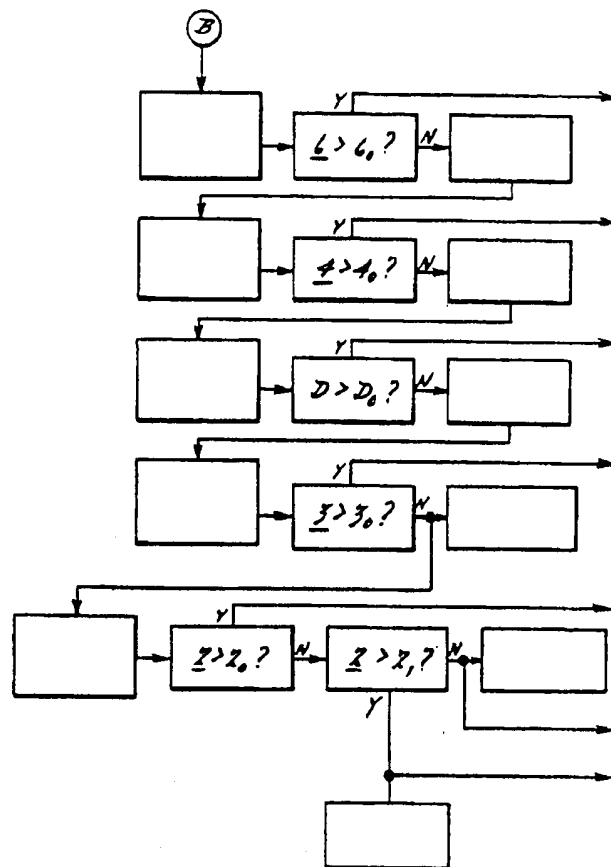


Fig. 7B.